INTERFACCIA MIDI

Quando alcuni anni fa sono comparsi sul mercato i primi personal computer, sono stati pochi coloro che hanno previsto l'enorme livello di diffusione che questi avrebbero avuto.

quello che tutti conoscono di queste apparecchiature è la loro capacità di sviluppare calcoli, gestire programmi di contabilità, eseguire giochi e molte altre applicazioni, ma sicuramente molti non ne conoscono le possibili applicazioni in campo musicale, ritenendo quasi impossibile che apparecchiature così sofisticate possano essere messe al servizio dell'arte. Coloro che la pensano in questo modo devono ricredersi, perché sono ormai dieci anni che esiste lo standard MIDI appositamente sviluppato per applicazioni musicali.

LO STANDARD MIDI

MIDI è l'acronimo di Musical Instrument Digital Interface, ed è stato sviluppato nel 1983

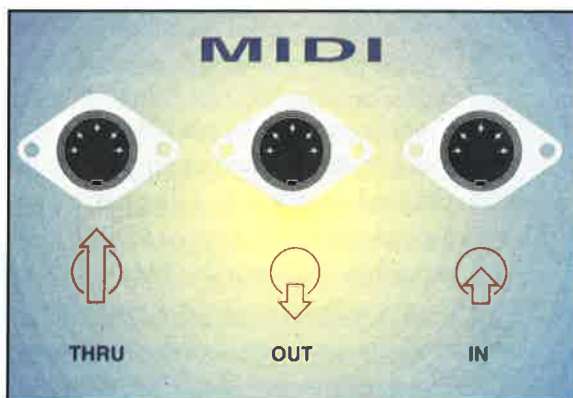
Questo ponte tra mondi estremamente diversi nasce con lo svilupparsi della musica elettronica. Prima della comparsa di questo standard gli appassionati di musica elettronica vivevano nel caos del Medioevo. Infatti, collegare un sintetizzatore a un sequenziatore e a un generatore di ritmi era possibile solo tra dispositivi della stessa marca. La gestazione dello *standard MIDI,*

L'ingresso di una apparecchiatura MIDI è sempre fotoaccoppiato

Musical Instrument Digital Interface, ha inizio tra il 1981 e il 1982, e vede finalmente la luce nel 1983 con l'unico scopo di consentire il collegamento di apparecchiature musicali di case costruttrici diverse. Con questo sistema qualsiasi operazione, come premere un tasto o impostare un diverso accompagnamento, poteva essere trasferita a qualunque altra apparecchiatura MIDI che diventava capace di riprodurla alla perfezione. Questa interfaccia, una specie di RS232 musicale, che può apparire un complesso sistema di trasmissione e controllo, ha cambiato radicalmente nel campo musicale il metodo di lavoro di compositori e interpreti .

FUNZIONAMENTO DELL'INTERFACCIA MIDI

Se si osserva uno strumento MIDI compatibile, si possono notare sulla parte posteriore tre connettori DIN indicati con le notazioni IN, THRU e OUT. Tramite il connettore IN l'apparecchiatura riceve l'informazione da altre apparecchiature di tipo MIDI. L'informazione generata dalla propria apparecchiatura MIDI viene inviata alle altre attraverso il connettore OUT, mentre con il connettore THRU si ritrasmette l'informazione ricevuta attraverso il connettore IN. Lo standard MIDI consente di indirizzare fino a 16 diverse apparecchiature, per cui ciascuna di queste deve essere dotata di un indirizzo di assegnazione. Il connettore THRU viene utilizzato per ritrasmettere l'informazione ricevuta da una apparecchiatura della catena MIDI, ma che non è a questa destinata. Anche se da quanto detto può apparire che i connettori IN e THRU siano collegati in parallelo, nulla è più lontano dalla realtà, in quanto il connettore THRU agisce come ripetitore rigenerando il segnale presente sull'ingresso IN. Ciò consente di collegare 16 apparecchiature MIDI contemporaneamente, ma in ogni istante è attivo sempre un solo trasmettitore.

L'interfaccia MIDI utilizza tre connettori DIN

Ad un sistema MIDI possono essere collegati fino a 16 strumenti MIDI

TRASMISSIONE ELETTRICA NELLO STANDARD MIDI

Per il collegamento di apparecchiature MIDI vengono utilizzati dati formati da parole di 8 bit, che unitamente ad un bit di inizio e uno di stop

I microprocessori hanno cambiato l'aspetto dei moderni strumenti musicali

determinano un totale di 10 bit per parola. La trasmissione viene effettuata con un loop di corrente da 15 mA ad una velocità di 31,25 Kilobit/s tra un trasmettitore (OUT o THRU) e un ricevitore (IN). L'ingresso del ricevitore è dotato di un fotoaccoppiatore montato come nel vecchio e storico Yamaha DX7, come si può osservare nella figura di riferimento.
Grazie al loop di corrente e all'ingresso fotoaccoppiato vengono completamente eliminati i problemi di rumore e quelli provocati dagli accoppiamenti tra le masse. Per evitare problemi di sovraccarichi l'uscita di ciascuna apparecchiatura risulta collegata solamente all'apparecchiatura che la segue, anche se questo porta a un aumento del ritardo di propagazione. Per evitare che questo ritardo diventi percepibile, lo standard MIDI limita il numero delle apparecchiature che possono essere collegate a 16, in modo che il ritardo non superi i pochi millisecondi.

I messaggi MIDI

L'interfaccia MIDI consente la comunicazione tra apparecchiature musicali diverse grazie alla trasmissione di messaggi e comandi in linguaggio MIDI. Il linguaggio MIDI è un linguaggio adattato alle esigenze del campo musicale. Per eseguire correttamente un brano musicale è necessario conoscere:
- *le note musicali, le loro sfumature e lo strumento sul quale devono essere suonate*
- *il momento nel quale devono essere suonate*

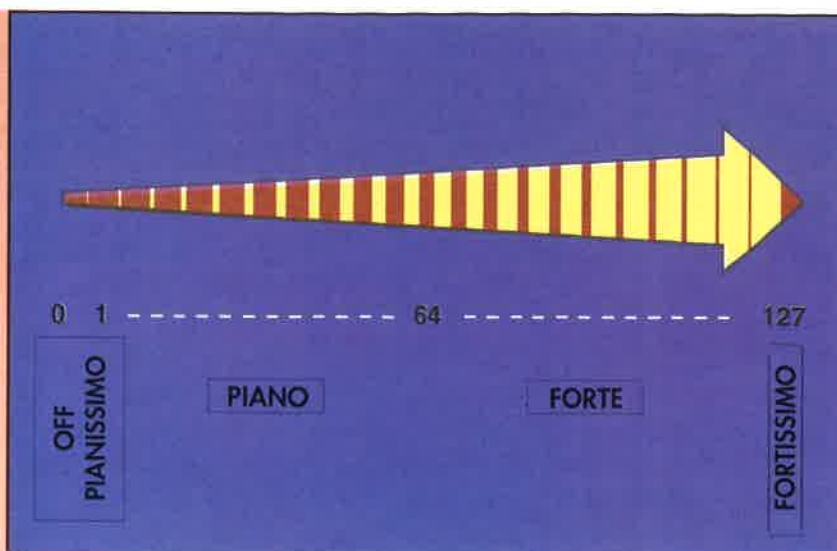
I messaggi o comandi MIDI sono stati classificati in due grandi gruppi. Al primo gruppo appartengono quelli definiti *messaggi di canale (channel messages)*, riferiti a ciascuno dei 16 singoli strumenti permessi dall'interfaccia MIDI. I messaggi di questo gruppo comprendono un numero di canale MIDI che permette la loro ricezione solo dall'unico strumento indirizzato su quel canale.

Al secondo gruppo appartengono i *messaggi di sistema (system messages)*. Questi messaggi sono diretti a tutti gli strumenti senza tenere conto del loro indirizzo MIDI, e servono per indicare in quali momenti devono essere suonate le diverse note. Si immagini di suonare diversi strumenti MIDI e di memorizzare la melodia nella memoria di un sequenziatore che ne consenta la ripetizione successiva. I messaggi di sistema fanno in modo che l'ordine e la durata della melodia interpretata da ogni strumento risulti fedelmente registrata, per permettere al sequenziatore di restituirla correttamente quando è necessario. I messaggi MIDI utilizzano da uno a tre byte per la loro trasmissione. Il primo byte trasmesso è il byte di *STATO (status)*, e può essere seguito da uno o da due byte di dati.

Utilizza una trasmissione digitale seriale mediante un loop di corrente a 31,25 Kbit/s

Il byte di stato

É il primo byte trasmesso in qualsiasi messaggio MIDI, e consente l'identificazione del comando o messaggio. Il byte di stato si caratterizza per avere un valore compreso tra 128 e 256 (da 80 a FF in

La nota che viene premuta viene codificata con un valore compreso tra 0 e 127

Anche la forza con la quale è stata premuta la nota viene codificata con un valore compreso tra 0 e 127

esadecimale). Questa parola è l'unica ad avere il suo bit più significativo a livello alto, e questa caratteristica viene utilizzata per la sua identificazione. Quando i suoi quattro bit più significativi *(high nibble)* sono compresi nella gamma 8...E, significa che è un messaggio di canale. In questo caso i quattro bit meno significativi *(low nibble)* contengono l'indirizzo (0...15) dello strumento a cui è diretto il messaggio. Se il valore dei quattro bit più significativi del byte di stato è F, si è di fronte a un messaggio di sistema. In questo caso i quattro bit più significativi indicano quale tra i 16 possibili messaggi di sistema (F0...FF in esadecimale) è quello inviato.

MESSAGGI MIDI DI CANALE

I messaggi MIDI vengono classificati in messaggi di canale, diretti ad uno strumento particolare, o messaggi di sistema diretti a tutti gli strumenti della catena

I *messaggi di canale* consentono di conoscere le note musicali che devono essere interpretate e lo strumento con il quale devono essere suonate. Per eseguire queste operazioni, l'interfaccia MIDI dispone dei seguenti messaggi:

NOTE ON

Questo messaggio indica che si è premuto un tasto. Il primo byte di dati contiene il numero della nota premuta (tra 0 e 127). Il secondo byte di dati indica la forza con la quale questa è stata premuta (con un numero compreso tra 0 e 127), ottenuta calcolando il tempo durante il quale è stata premuta.

NOTE OFF

Questo messaggio indica che si è terminato di premere un tasto. Il primo byte di dati contiene nuovamente il numero del tasto corrispondente, mentre il secondo indica la velocità con cui questo è stato abbandonato. In pratica, pochi strumenti MIDI utilizzano questo parametro, che viene generalmente sostituito da uno zero. Inoltre, in alcuni strumenti il messaggio intero viene sostituito con l'indicazione NOTE ON con velocità nulla.

POLYPHONIC AFTERTOUCH

Dopo aver premuto un tasto è possibile applicargli una certa pressione per ottenere effetti tremolo e di modulazione. Questo messaggio utilizza tre byte, il secondo dei quali indica la nota premuta e il terzo la pressione applicata codificata con un numero compreso tra 0 e 127.

CHANNEL AFTERTOUCH

É simile al messaggio precedente ma è riferito a tutti i tasti dello strumento. Di conseguenza questo

Nonostante la semplicità dell'interfaccia MIDI, le sue possibilità di controllo sono molto ampie

Esempio di messaggio MIDI

Il bit di stato iniziale identifica il messaggio MIDI e il destinatario

messaggio utilizza solamente due byte, indicando con il secondo la pressione applicata con un valore compreso tra 0 e 127. Questo messaggio compare più frequentemente rispetto al precedente.

PROGRAM CHANGE

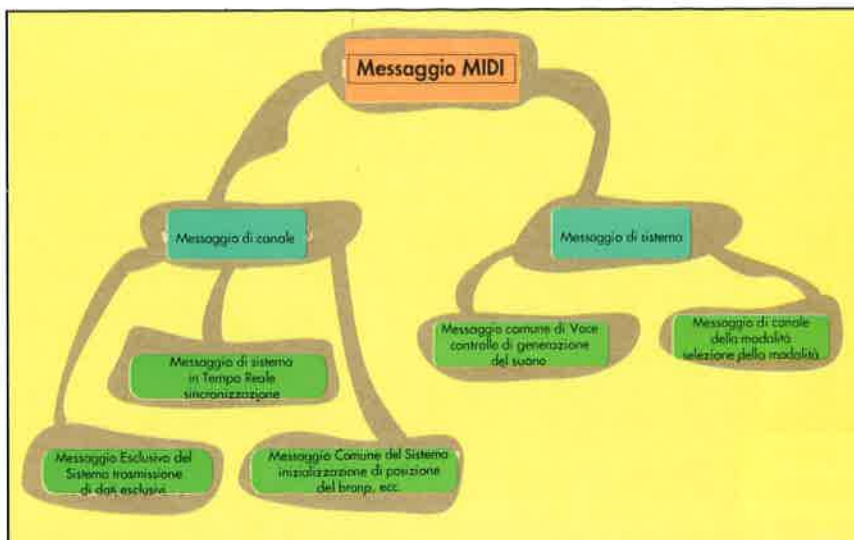
Questo messaggio richiama una delle modalità preprogrammate dello strumento MIDI, e consente di cambiare la voce o il timbro della melodia interpretata. Utilizza un solo byte di dati che contiene il numero del programma desiderato.

CONTROL CHANGE

Questo rappresenta in realtà un gruppo di comandi che condividono un byte di stato comune e che vengono utilizzati per modificare lo stato dei controlli, per cui influenzano tutte le note dello strumento. Questi messaggi utilizzano tre byte e il byte di stato. Nel terzo byte viene codificato il valore che questo assume, ed è possibile indicare uno stato di ON/OFF o un valore compreso tra 0 e 127 in funzione del controllo in questione. Utilizzando un byte per la sua codifica, e ricordando che il bit più significativo può trovarsi a livello alto solamente nel byte di stato, si possono codificare sino a 128 controlli. Nella pratica questi non vengono tutti assegnati, ma quelli dal'1 al 63 sono distribuiti per controlli continui mentre quelli dal 64 al 128 per controlli ON/OFF. Il terzo byte contiene il valore assunto da un controllo a variazione continua, o un valore 0 per l'OFF e 127 per l'ON.

PITCH WHEEL O PITCH BEND

Tramite questo messaggio si modifica il comando *pitch* variando l'altezza delle note premute. Il messaggio non è stato inserito nel gruppo dei messaggi CONTROL CHANGE in quanto un solo byte è insufficiente per codificare tutta la gamma dell'insieme del *pitch*. Si devono perciò utilizzare due byte di dati, il primo dei quali contiene il byte meno significativo, mentre l'ultimo contiene quello più significativo.

Gli strumenti più recenti richiedono diversi Mbyte di memoria

Classificazione dei messaggi MIDI

I messaggi di sistema diretti a tutti gli strumenti controllano principalmente la temporizzazione

MESSAGGI MIDI DI SISTEMA

Questi messaggi non comprendono il numero relativo al canale MIDI, poiché sono diretti a tutti gli strumenti di una catena MIDI. Possono essere classificati in due gruppi, chiamati messaggi *Real Time* e messaggi *Common*. I messaggi del primo gruppo si occupano della gestione del tempo, mentre il secondo gruppo comprende messaggi diversi e più eterogenei, senza altra particolarità se non quella di essere comuni a tutti gli strumenti. I messaggi di quest'ultimo gruppo sono:

SONG SELECT

Consente di selezionare una melodia specifica tra quelle memorizzate in un sequenziatore o un box ritmico. Per questa ragione l'unico byte di dati rappresenta il numero della melodia selezionata.

SONG POSITION POINTER

Questo messaggio indica il punto di esecuzione della melodia, in modo che i diversi elementi del sistema possano sincronizzarsi con precisione. Corrisponde al numero delle semicrome che sono trascorse dall'inizio dell'esecuzione della melodia. Questo messaggio utilizza due byte di dati, codificando il byte meno significativo della posizione corrente nel primo di questi, e il byte più significativo nel secondo.

TUNE REQUEST

Questo messaggio genera una regolazione automatica dei sintetizzatori analogici dotati di questa funzione.

SYSTEM EXCLUSIVE

Questo messaggio è il più atipico tra quelli esistenti nell'interfaccia MIDI, e non ha una lunghezza fissa. Viene utilizzato principalmente per caricare parametri e inizializzare la memoria, in un formato indefinito. Dopo il byte di stato segue un primo byte che contiene il codice di identificazione del costruttore. Di seguito viene un numero indefinito di byte. Il codice del costruttore viene inviato allo strumento per una sua corretta gestio-

Il MIDI consente l'utilizzo di strumenti modulari di facile ampliamento

Message	[illegible]	First Data Byte	Second Data Byte
Note Off	8n	Note Number	Velocity
Note On	9n	Note Number	Velocity
Polyphonic Aftertouch	An	Note Number	Pressure
Control Change	Bn	(Control Number) 01 Modulation Wheel 02 Breath Controller 04 Foot Controler 05 Portamento Time 06 Data Entry Slider 07 Main Volume	 Data Data Data Data Data Data
		40 Sustain 41 Portamemto 42 Sostenuto 43 Soft	00 : Off 7F : On
		60 Data Increment 61 Data Decrement	7F 7F
(Channel Mode Message)		7A Local 7B All Note Off 7C Omni Off 7D Omni On 7E Mono On 7F Poly On	00 : Off , 7F : On 00 00 00 00 - 0A (Number of channels) 00
Program Change	Cn	Program number	
Channel Aftertouch	Dn	Pressure	
Pitch Wheel	En	LSB	MSB

Messaggi di canale MIDI

ne. Questo messaggio di utility serve ad esempio per caricare i parametri residenti in cartucce RAM, o per inizializzare in modo uguale due strumenti che devono funzionare all'unisono.

END OF SYSTEM EXCLUSIVE

Poiché il messaggio SYSTEM EXCLUSIVE non ha una lunghezza predefinita, l'unico modo per indicare la sua conclusione è utilizzare questo messaggio, che non richiede nessun byte di dati.

I messaggi utilizzati per la temporizzazione del sistema *(Real Time)* sono:

TIMING CLOCK

Questo messaggio viene trasmesso a intervalli regolari per generare il sincronismo del sistema. La sua frequenza dipende dalla regolazione del parametro *TEMPO* effettuata nel sequenziatore o nel box ritmico del sistema. Viene trasmesso solamente il byte di stato.

START, STOP, CONTINUE

Questi tre messaggi agiscono in modo simile ai comandi di un cronometro. Con questi si inizia, si ferma o si prosegue la programmazione o l'esecuzione della melodia selezionata nel sequenziatore. In questi tre comandi viene trasmesso solamente il byte di stato.

ACTIVE SENSING

Questo è un messaggio speciale per la verifica del cablaggio e dei collegamenti di tutto il sistema. Per la sua attivazione viene trasmesso un solo byte ogni 300 millisecondi. Se, trascorso questo periodo, uno degli strumenti non lo riceve, il sistema si blocca fornendo una indicazione di errore.

SYSTEM RESET

Questo messaggio di un solo byte ripristina il sistema alle condizioni iniziali.

Quelli appena indicati sono i messaggi contemplati dallo standard MIDI. Tuttavia, questo standard è aperto e in costante evoluzione in funzione delle richieste degli utenti e delle possibilità fornite dalla tecnologia; infatti, recentemente allo standard MIDI è stato ad esempio aggiunto un supplemento chiamato *MIDI Time Code (MTC)*, con lo scopo di consentire la sincronizzazione del suono e delle immagini. L'MTC è un adattamento del codice SMPTE, che è quello standardizzato per la sincronizzazione del suono e delle immagini nel campo cinematografico. Tramite l'MTC è possibile ottenere una sincronizzazione con una risoluzione superiore alla quarta parte del tempo di un fotogramma.

IL MIDI E I PERSONAL COMPUTER

Ai suoi esordi l'interfaccia MIDI era destinata solamente a sintetizzatori, sequenziatori e box ritmici, e nulla aveva a che spartire con l'informatica. Poiché però l'informazione trasmessa era puramente digitale, non poteva non entrare nel raggio di interesse dei costruttori di PC. I primi calcolatori ad essere utilizzati con questa interfaccia furono i PC IBM, che da allora non hanno perso la loro posizione predominante in questo campo, condividendola nel mercato dell'informatica MIDI con Apple MacIntosh e Commodore Amiga. I vantaggi, impensabili sino a qualche anno fa, derivanti dall'utilizzo dei calcolatori in questo settore sono giganteschi,

L'MTC è un adattamento del codice SMPTE, standardizzato per la sincronizzazione del suono e dell'immagine in campo cinematografico

	Message	Status Byte	First Data Byte	Second Data Byte
	Channel Aftertouch	Dn	Pressure	
	Pitch Wheel	En	LSB	MSB
	System Exlusive	F0	Manufacturer Identity Code	Undefined
COMMON MESSAGE		F1		
	Song Position Pointer	F2	LSB	MSB
	Song Select	F3	Song Number	
		F4, F5		
	Tune Request	F6		
	End Of Exclusive	F7		
REAL TIME MESSAGE	Timing Clock	F8		
		F9		
	Start	FA		
	Continue	FB		
	Stop	FC		
		FD		
	Active Sensing	FE		
	System Reset	FF		

Messaggi di sistema MIDI

poiché un elaboratore permette una enorme capacità di elaborazione e di memorizzazione, unite ad una capacità di visualizzazione gradevole e potente. Ciascuno di questi aspetti, preso singolarmente, difficilmente può essere soddisfatto da un sequenziatore dedicato, dotato solamente di un piccolo schermo LCD che non è in grado di visualizzare molte informazioni contemporaneamente e neppure di memorizzarle o editarle. I programmi esistenti per PC sono di diverso tipo, in funzione dell'operazione che si desidera eseguire, e possono essere riassunti in:

Qualsiasi sintetizzatore che si rispetti è dotato di un programma che ne consente la regolazione e la programmazione tramite lo schermo di un PC

- *Editor e librerie per sintetizzatori*: qualsiasi sintetizzatore che si rispetti è accompagnato da un programma che consente la regolazione e la programmazione di tutti i suoi parametri tramite la visualizzazione sullo schermo di un PC; inoltre, viene semplificata la memorizzazione di alcune configurazioni preprogrammate. Tramite questo tipo di programmi si evita di dover ricorrere al piccolo schermo LCD del sintetizzatore. Questi editor sono molto interessanti perché sono dotati della funzione *sampler* o *campionatori* che, se si desidera, consente di editare dei brani campionatura per campionatura. Con questo programma si possono eseguire facilmente operazioni che sarebbero altrimenti impossibili, quali il taglio o la miscelazione di suoni, il filtraggio digitale, l'analisi di Fourier, la cancellazione delle pause e tantissimi altri effetti.
- *Programmi sequenziatori*: utilizzando un software opportuno è possibile convertire il PC in un sequenziatore dalle caratteristiche quasi perfette, in grado di imitare il miglior registratore multipiste e di permettere l'editazione di canzoni, tempi e note.
- *Programmi per l'editazione di partiture:* sono praticamente degli editori di testi dotati di simboli musicali, che consentono di stampare la partitura con un aspetto professionale.

Attualmente esistono molti programmi in grado di eseguire anche una trascrizione diretta; semplicemente suonando una melodia su una tastiera MIDI collegata al PC la partitura viene generata automaticamente dal programma. La tendenza attuale è quella di integrare tutte queste diverse funzioni in programmi completi di notevole potenza in ambiente Windows.

L'interfaccia MIDI in alcuni strumenti è poco utilizzata

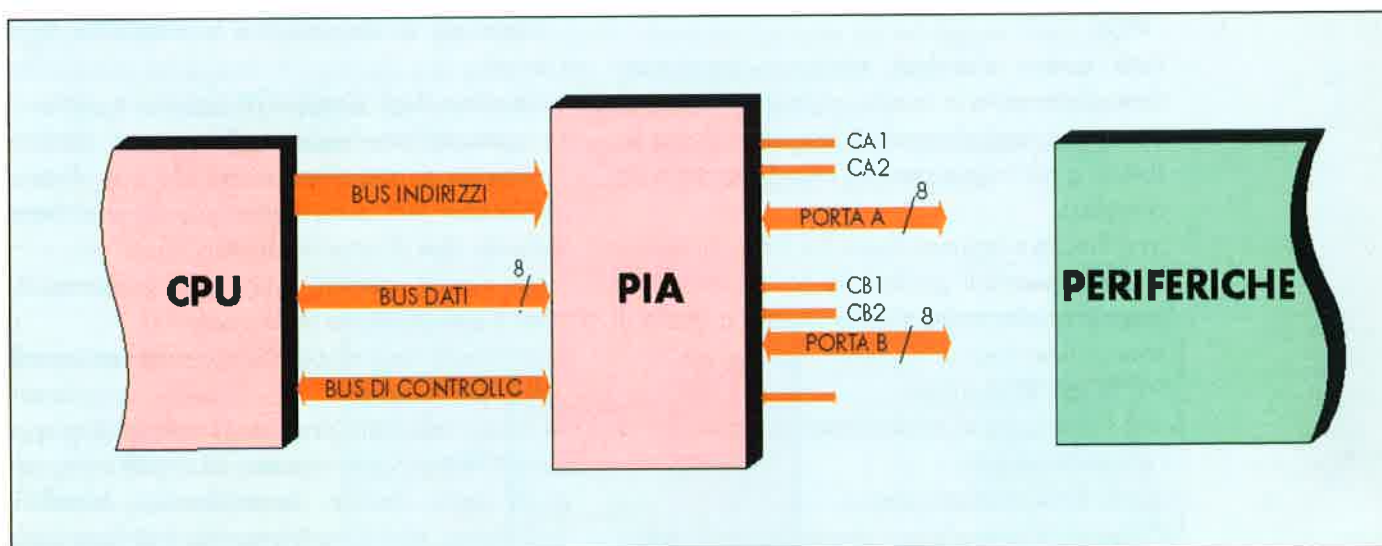
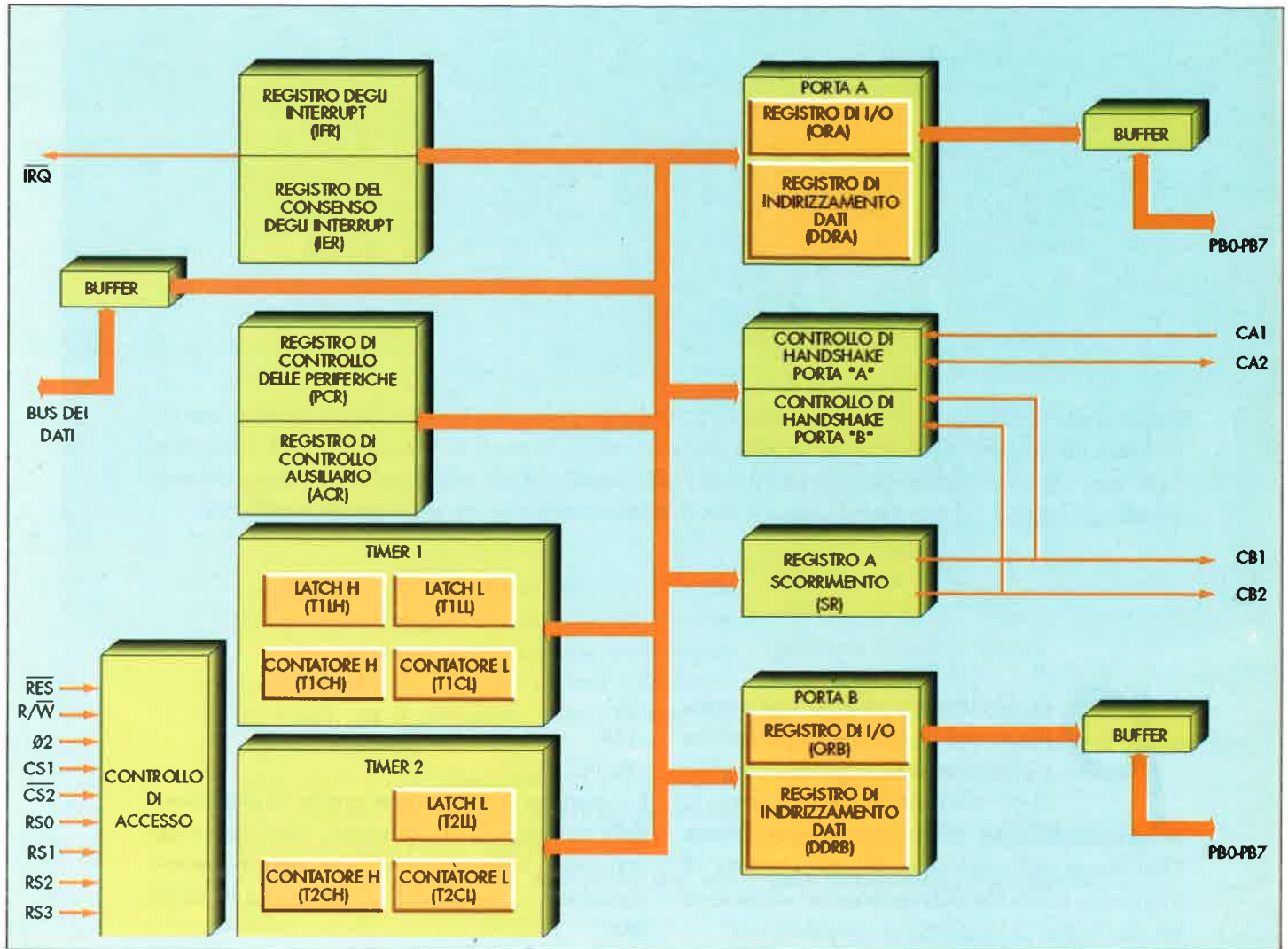
CIRCUITI DI I/O PER MICROPROCESSORI

Dopo aver analizzato le diverse opportunità che possono offrire i microprocessori e le linee di segnali di cui sono dotati per consentir loro di comunicare con il mondo esterno, verranno di seguito esaminati i circuiti di interfacciamento che permettono il collegamento e la comunicazione tra il processore stesso e i circuiti periferici.

Per risolvere il problema dell'adattamento dei diversi tipi di periferiche con i sistemi a microprocessore sono stati progettati alcuni circuiti programmabili che semplificano notevolmente l'hardware dell'interfaccia. Tra gli elementi di ingresso e uscita dei microprocessori ve ne sono tre che hanno un'importanza considerevole:

- *PIA*
- *VIA*
- *ACIA.*

É opportuno segnalare che, grazie all'evoluzione delle tecnologie di integrazione, sono stati sviluppati anche diversi elementi che possono essere considerati come moduli di ingresso e di uscita misti.

Schema a blocchi di un adattatore universale di periferiche PIA

Circuiti e loro collegamento ad un adattatore universale tipo VIA

Tra questi i più conosciuti sono:
- *RRIOT*
- *RIOT.*

Tutti questi elementi verranno analizzati dettagliatamente in questo capitolo.

Il progetto degli elementi di ingresso e uscita nei sistemi a microprocessore è uno dei compiti più complessi.

La difficoltà maggiore nasce dal fatto che ciascuna delle possibili periferiche ha caratteristiche proprie a volte molto diverse rispetto a quelle di altre periferiche.

Tra queste si ricordano:
- *tipo e velocità di trasferimento dei dati*
- *tempo di risposta*
- *codici e formati dei dati*
- *segnali di controllo per sincronizzare i trasferimenti e stabilire le modalità operative*
- *segnali di stato che visualizzano lo stato dei trasferimenti e della periferica*
- *sistemi per la rilevazione e la correzione degli errori*
- *selezione degli elementi di ingresso e uscita.*

La scelta dell'interfaccia necessaria per adattare il sistema a microprocessore alle sue diverse periferiche può essere effettuata generalmente secondo due diverse modalità:
- *con circuiti speciali, progettati espressamente per il collegamento della periferica*
- *con circuiti integrati per l'adattamento universale delle periferiche.*

La prima soluzione prevede l'impiego di gruppi formati da un certo numero di circuiti integrati, quali porte, buffer, decodificatori, bistabili, multiplexer, ecc. Questi generalmente occupano uno o più circuiti stampati.

Con questa tipologia di circuito si riduce il software a scapito dell'aumento della complessità dell'hardware. Inoltre, poiché il circuito progettato esegue sempre la stessa funzione, presenta una mancanza quasi completa di flessibilità di funzionamento e una scarsa affidabilità.

Schema a blocchi di un adattatore universale versatile VIA

A titolo di esempio si ricorda un circuito nel quale il bus degli indirizzi contiene l'indirizzo del decodificatore di indirizzi, che attiva il buffer di ingresso o di uscita per trasferire l'informazione dal bus dati alla periferica o viceversa.

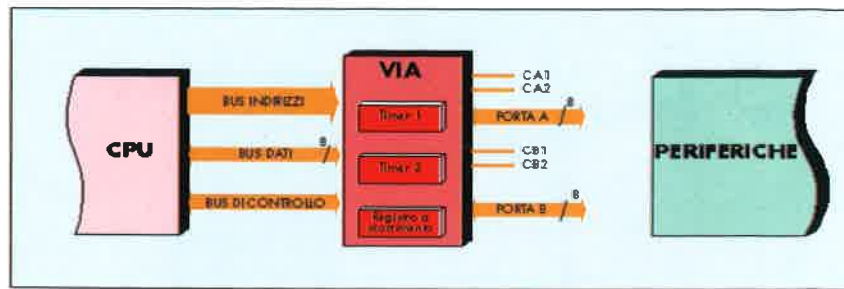
Nella seconda modalità di lavoro i circuiti integrati contengono una serie di circuiti elementari di ingresso e di uscita controllati da determinati registri.

L'opportuna programmazione di questi ultimi consente di stabilire la configurazione desiderata degli ingressi e delle uscite.

In questi dispositivi è il software che ha il compito di definire le caratteristiche della configurazione degli ingressi e delle uscite, come ad esempio nel modo seguente:

- *viene impostato il verso di ingresso e uscita su certi terminali del circuito integrato*
- *viene definita la polarità di attivazione di segnali o transizioni*
- *viene eseguita la gestione degli interrupt*
- *viene ordinata la sequenza dei segnali di controllo e di stato*
- *vengono abilitate le procedure per la disattivazione dei segnali di controllo e di stato.*

L'utilizzo degli adattatori universali per periferiche è stato favorito dagli stessi costruttori di microprocessori, con l'evidente scopo di evitare agli utenti complessi progetti di circuiti dedicati per l'interfacciamento di ogni periferica.

Il loro impiego riduce al minimo l'hardware ma complica il software. La facilità di programmazione di questi adattatori conferisce però una straordinaria flessibilità alle loro applicazioni. Inoltre, viene ridotto lo spazio occupato e la potenza dissipata, incrementando l'affidabilità del sistema.

Quasi tutte le famiglie di microprocessori comprendono degli adattatori universali per periferiche, molto simili tra di loro sia per quanto riguarda le caratteristiche tecniche che per la loro programmazione.

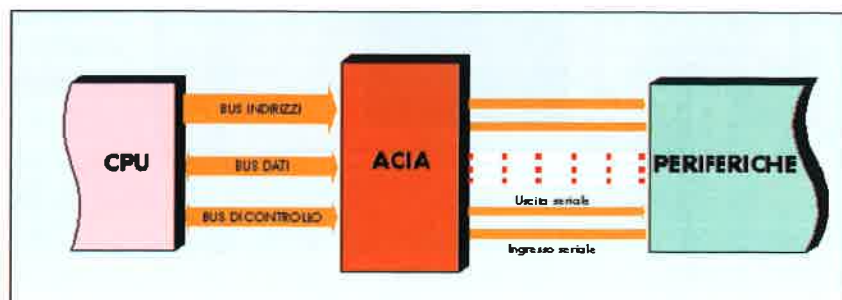
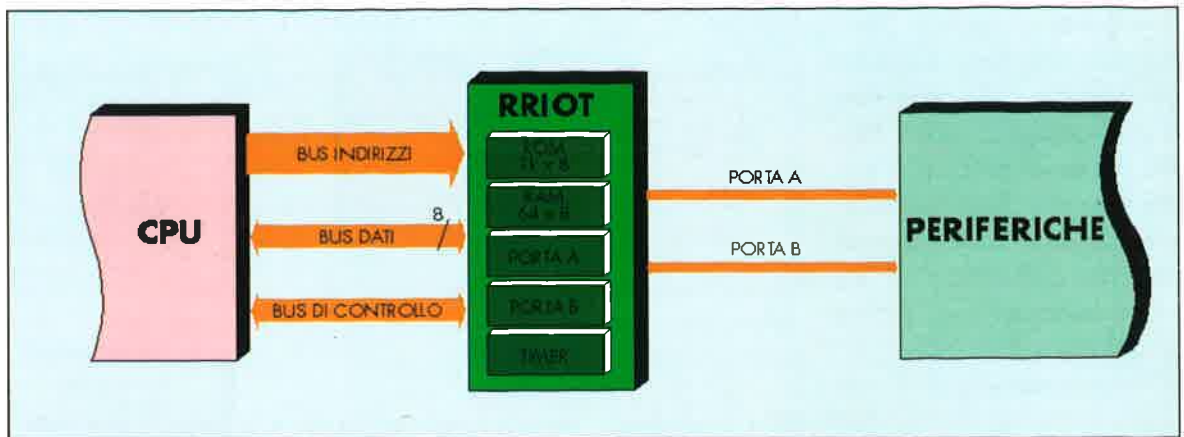
INTERFACCIA DI ADATTAMENTO PER PERIFERICHE

La sigla *PIA* deriva dall'abbreviazione della nomenclatura inglese *Peripheral Interface Adapter*. É un modulo di uso generale, la cui funzione è quella di mettere in comunicazione l'unità centrale di processo con il mondo esterno attraverso le periferiche.

La funzione principale della PIA è riportata nella figura di riferimento, nella quale si possono anche notare le due porte da otto linee bidirezionali. Ciascuna porta è dotata di altre due linee ausiliarie per il controllo.

Internamente la PIA è composta da due sezioni quasi identiche, formate da tre registri ciascuna che, per ciascuna sezione, sono:

- *registro dei dati della porta*
- *registro degli indirizzi delle linee della porta*
- *registro di controllo programmabile.*

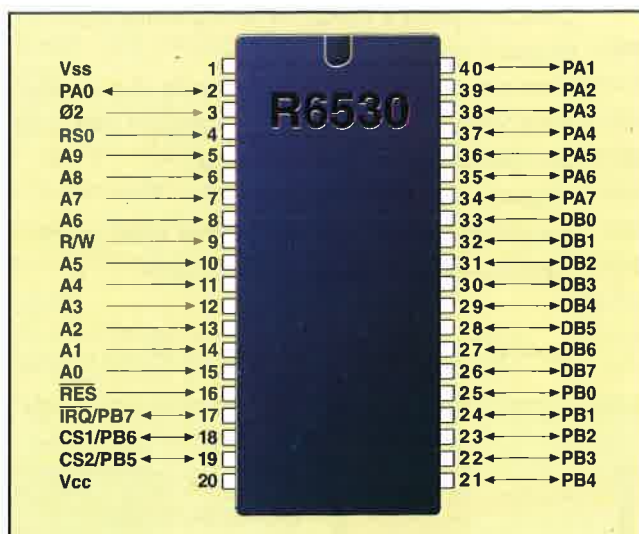
Linee dei segnali in un adattatore per comunicazioni seriali conosciuto con il nome di ACIA

Collegamento ed elementi circuitali di un modulo di ingresso e uscita RRIOT

ADATTATORE UNIVERSALE VERSATILE PER PERIFERICHE

La sigla *VIA* deriva dall'abbreviazione della nomenclatura inglese *Versatile Interface Adapter*. E' un circuito integrato che può essere catalogato come uno dei più completi e potenti adattatori universali, ed è composto principalmente dai seguenti elementi:

- *due canali da otto linee ciascuno*, denominati A e B. Ciascuna delle linee può essere programmata individualmente come ingresso o uscita
- *quattro linee di controllo e di stato*, due per ciascuna porta
- *un registro a scorrimento ad otto bit*, incaricato della conversione dell'informazione da serie a parallelo o viceversa
- *due contatori/temporizzatori*, costituiti da "timer" a 16 bit, che possono essere utilizzati per generare o contare impulsi
- *una logica di interrupt*, nella quale sono compresi un registro di "flag" e degli indicatori di interrupt i cui bit indicano la condizione di un determinato interrupt in funzione del suo stato.

Distribuzione dei terminali in un modulo misto di ingresso e uscita

INTERFACCIA DI ADATTAMENTO PER COMUNICAZIONI SERALI

L'*ACIA* rappresenta l'interfaccia necessaria per il collegamento di sistemi basati su microprocessori con dispositivi dotati di comunicazione seriale, quali i modem.
La sigla deriva dall'abbreviazione della nomenclatura inglese *Asynchronous Communication Interface Adapter*. Il suo funzionamento può essere sia sincrono che asincrono, in quanto dispone al suo interno di registri per la gestione dell'informazione.
L'ACIA, per mezzo di un generatore di clock interno, è in grado di trasmettere a diverse velocità selezionabili da programma. Contemporaneamente può ricevere alla stessa velocità oppure ad una velocità impostata tramite un clock esterno.

OSCILLOSCOPIO AD UN CANALE

Per gli elettronici, siano questi hobbisti o professionisti, è fondamentale conoscere la forma d'onda di un segnale in un determinato punto di un circuito, per poter eseguire una analisi del sistema e studiare o progettare un circuito reale.

Viene proposta ai lettori la realizzazione di un piccolo oscilloscopio digitale per visualizzare segnali in BF

Poiché l'oscilloscopio è uno strumento utile e unico per la rilevazione di certi segnali, viene proposta la realizzazione di un piccolo oscilloscopio digitale che consente la visualizzazione di segnali in BF.

Il mondo analogico non è molto lontano da quello digitale dei calcolatori. Circuiti semplici basati su di un convertitore A/D (analogico/digitale) rappresentano una soluzione a basso costo per risolvere i problemi di misura che potrebbero viceversa richiedere una apparecchiatura molto costosa; con questi è possibile fare in modo che il calcolatore si comporti

Schema generale dell'oscilloscopio

come un occhio digitale, un orecchio o esegua un controllo specifico.

Il circuito

Il circuito proposto vuole essere un efficiente sistema di acquisizione dati a basso costo e grande versatilità per segnali sino a 20 kHz.

Le schede per l'acquisizione dei dati possono essere classificate in due grandi categorie:

1. - *con memoria intermedia:* nelle quali i dati vengono memorizzati durante la fase di acquisizione e solo successivamente vengono inviati al calcolatore.

Queste schede vengono utilizzate quando il campionamento è più rapido delle velocità supportate in ingresso dal calcolatore.

2. - *senza memoria intermedia:* nelle quali i dati vengono trasferiti direttamente al calcolatore al termine della conversione. Il campionamento in questo caso deve essere più lento della velocità ammessa per l'ingresso dei dati.

I processi che rallentano maggiormente la velocità operativa di un calcolatore sono quelli di I/O attraverso le relative porte

Il tipo di scheda presentata di seguito appartiene a questa seconda categoria.

I processi che rallentano maggiormente la velocità operativa di un calcolatore sono quelli di I/O (ingresso/uscita) attraverso le relative porte; ne deriva che l'ingresso dei dati è limitato dalle prestazioni del calcolatore. Tuttavia, esiste la possibilità di effettuare il trasferimento direttamente alla memoria RAM del PC senza richiedere l'intervento della CPU: questo sistema è conosciuto come *trasferimento DMA (Direct Access Memory - accesso diretto alla memoria)*, poiché così si chiama l'integrato che esegue questa operazione. In questo modo si possono raggiungere velocità di 200 Kbyte/s, che permettono di raddoppiare la velocità del processo di trasferimento semplice che avviene attraverso una porta. Dopo aver trasferito i dati alla memoria bisogna rappre-

I primi componenti che devono essere montati sono le resistenze. Poiché il circuito è a doppia faccia con fori metallizzati, non è necessario eseguire saldature dal lato componenti

sentarli sul monitor del calcolatore. É possibile fermare in qualsiasi istante il processo di acquisizione per modificare qualche opzione di configurazione, fare uno zoom dell'intervallo di tempo che si desidera, o visualizzare la tensione presente in un punto qualsiasi della rilevazione.

Specifiche

Nella tabella seguente sono specificate le limitazioni della scheda:

	MINIMO	MASSIMO
Freq. di campionamento	1 kHz	200 kHz
Risoluzione	39 mV	9,76 mV
Intervallo	2,5 V	5 V
N° campionature	256	1024

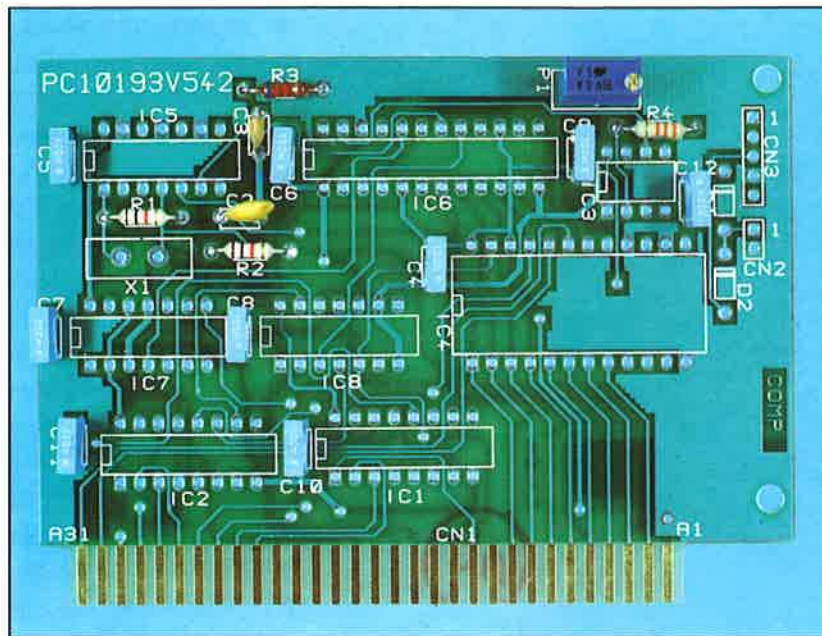
Il valore al quale la frequenza di campionamento fa riferimento viene stabilito in ragione di dieci volte la frequenza massima di ingresso. Secondo il teorema di Nyquist per poter rilevare correttamente il segnale sarebbe sufficiente che il campionamento venisse eseguito ad una frequenza doppia rispetto a quella massima di ingresso, ma una rappresentazione grafica con due campionamenti per ciclo non è sufficiente per visualizzare il segnale originale. Di conseguenza, si è deciso di prelevare almeno dieci campionamenti per ciclo, ottenendo in questo modo rappresentazioni grafiche più che accettabili.

Esiste anche la possibilità di impostare la risoluzione della scheda, che corrisponde al minimo segnale rilevabile. Questo valore varia in funzione dell'intervallo e della polarità che sono state impostate:

Intervallo	Polarità	Risoluzione (mV)
2,5 V	unipolare (+)	9,76
2,5 V	bipolare	19,5
5 V	unipolare (+)	19,5
5 V	bipolare (±)	39

Descrizione del circuito

Il circuito presentato nella figura di riferimento viene collegato tramite il connettore CN1 allo slot del calcolatore, dal quale preleva l'alimentazione, tutti i segnali di controllo e i bus interni. Se si osserva attentamente lo schema elettrico si può osservare che una parte degli elementi circuitali corrisponde ad un semplice circuito per l'acquisizione dei dati, costituito da uno stadio di decodifica e da un convertitore compatibile con il microprocessore. Questo classico e semplice progetto che spesso compare sulle riviste di elettronica può essere utile per l'acquisizione di segnali a frequenza molto bassa, e normalmente viene impiegato per eseguire dei controlli sui segnali generati da un qualsiasi tipo di sensore (temperatura, umidità, ecc.). Tuttavia, molti lettori che conoscono la struttura interna del proprio calcola-

É possibile impostare la risoluzione della scheda, che corrisponde al segnale minimo rilevabile

La maggior parte dei condensatori di questo circuito sono di disaccoppiamento

tore sanno che questo è dotato di un dispositivo programmabile chiamato DMA che permette velocità di trasferimento eccezionali, poiché può assumere il controllo dei bus e trasferire i dati direttamente alla memoria.

Questo componente genera ad esempio il refresh della memoria e gestisce il trasferimento dei dati tra i disk drive e la memoria.

Ciò spiega perché, aggiungendo pochi componenti, si è scelta questa soluzione.

Il bus dati viene collegato direttamente al convertitore e al contatore programmabile, poiché entrambi sono compatibili con il microprocessore; infatti, i due possono assumere la condizione di alta impedenza sulle loro linee dati.

L'oscillatore IC7 inizia e mantiene il processo di conversione.

Quando l'uscita "/Q" di questo oscillatore è a livello alto, l'uscita OUTO del divisore di frequenza 8253 commuta a livello alto, per cui il convertitore è fermo e il flusso dei dati procede dal calcolatore verso la scheda.

Il bus dati è collegato direttamente al convertitore e al contatore programmabile

Viceversa, quando il segnale "/Q" è a livello basso inizia la conversione, e il flusso dei dati procede dalla scheda al calcolatore.

In questo modo si isola leggermente la scheda e si evitano cadute di segnale sulle linee interne dei dati.

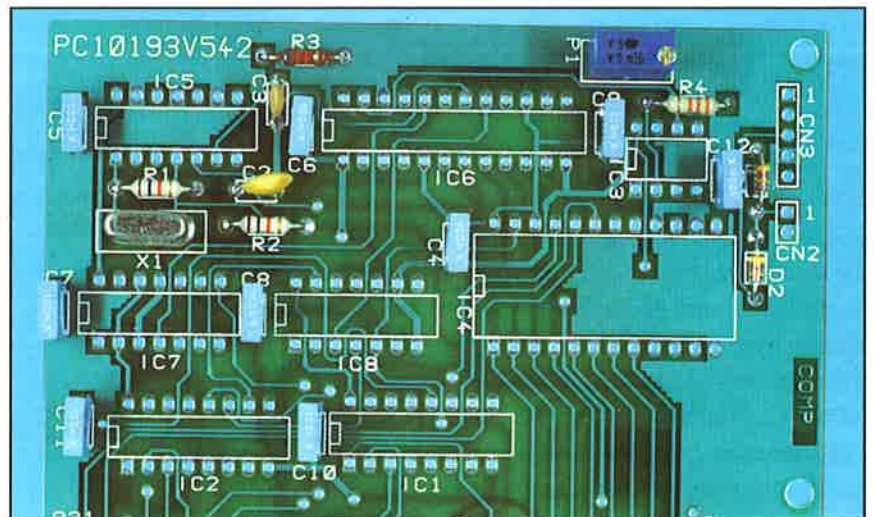
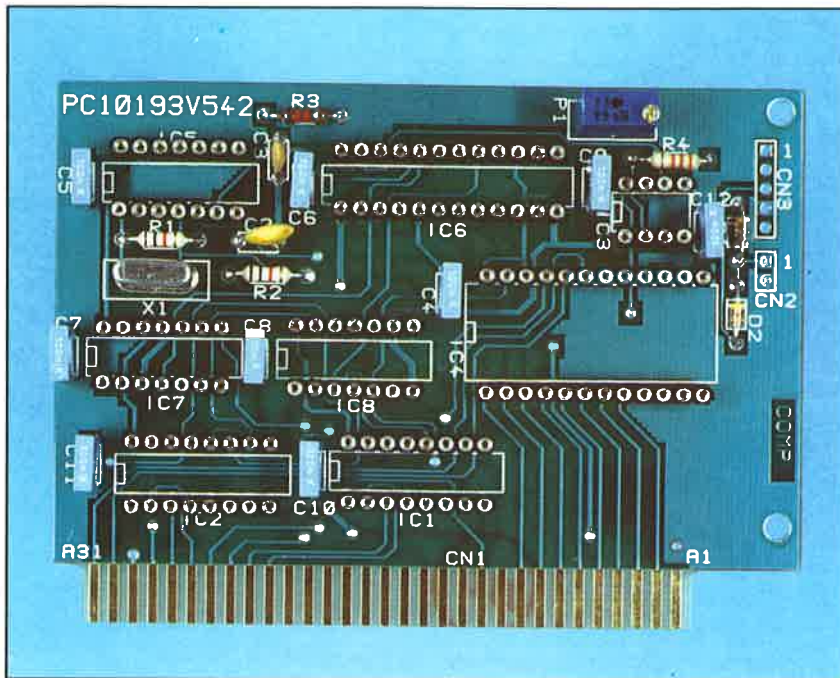
DECODIFICA DEGLI INDIRIZZI

Quando si progetta una scheda, la prima soluzione che bisogna cercare è quella di definire in modo chiaro gli indirizzi dei diversi dispositivi indirizzabili dalla stessa.

Il primo passo è quello di stabilire che gli indirizzi devono essere compresi nell'intervallo già previsto in tutti i personal computer per l'inserimento di schede prototipo.

Questo intervallo di indirizzamento è compreso tra **300H** e **31FH**

Gli indirizzi che sono stati scelti per i dispositivi della scheda sono indicati nella tabella riportata nella pagina seguente.

Si ricorda che il circuito monta un cristallo al quarzo per il funzionamento dell'oscillatore

Per gli integrati è necessario utilizzare degli zoccoli

Indirizzo	Dispositivo
300H	byte registro contatore 0
303H	parola di controllo 8253
304H	inizio campionamento
308H	fermata campionamento

Quando si stabiliscono gli indirizzi, bisogna fare particolare attenzione a non indirizzare la scheda durante l'esecuzione dei cicli interni di DMA, poiché utilizzano lo stesso intervallo di indirizzi.
Ciò si può evitare mascherando questi cicli con la linea AEN presente sul terminale A11 del connettore CN1, in modo che quando se ne verifica uno risulti mascherato e non possa provocare un indirizzamento errato della scheda; quando il processo di trasferimento dei dati è di tipo DMA, il calcolatore commuta a livello alto il terminale AEN per indicare che l'indirizzo presente sul bus indirizzi non è riferito ad alcuna scheda, anche se potrebbe coincidere con qualcuna di esse.
Per questa ragione il terminale AEN è stato collegato al terminale di abilitazione di uno dei decodificatori. La scelta del decodificatore IC1A si deve al fatto che l'indirizzo base che si è scelto è **300H**, poiché i bit di maggior peso del bus, come si può osservare nella tabella che segue, sono A9 e A8.
Poiché i decodificatori 74HCT139 sono doppi, vengono collegati in cascata; disabilitando quello di maggior peso gli altri non verranno mai attivati, per cui durante questi cicli IC2B rimane disabilitato.

Il terminale AEN viene collegato al terminale di abilitazione di uno dei decodificatori

Bit	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Binario	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

CLOCK

Il segnale di inizio conversione si ottiene partendo dalla frequenza di un oscillatore formato da un

Le strisce di terminali per circuito stampato sono utilizzate come connettori

Il segnale di clock viene applicato ad un circuito integrato molto potente, l'8253

quarzo da 1 MHz e da due invertitori a "trigger di Schmitt". Dalla precisione del cristallo dipende la precisione dell'asse dei tempi nella rappresentazione grafica: si deve quindi scegliere un quarzo da 1,000000 MHz se si desidera una precisione piuttosto elevata (1 Hz), o uno da 1,000 MHz se ci si accontenta di una precisione di 1 kHz. Poiché l'aspetto economico può essere decisivo per il lettore che si appresta a realizzare questo circuito, viene lasciata a lui la scelta del quarzo da utilizzare senza consigliarne uno in particolare.

Dopo aver saldato tutti i componenti si possono inserire gli integrati

Il segnale di questo clock viene applicato a un circuito integrato piuttosto importante, l'8253. Questo dispositivo programmabile della Intel può funzionare come contatore o come timer, e sono cinque le diverse modalità di programmazione di cui è dotato. In questo progetto viene utilizzato in MODALITÀ 3 come divisore di frequenza; poiché ciascun contatore dispone di 16 bit, è in grado di dividere fino a 65536, anche se in realtà la divisione massima che viene impostata è per 1000.
Il dispositivo è dotato di un ingresso di abilitazione su ciascuno dei tre contatori, terminale Gi, che viene utilizzato come detto in precedenza per avviare e fermare la conversione.

Circuito completamente montato

CONVERSIONE E TRASFERIMENTO

L'impiego in questo progetto del convertitore descritto nel paragrafo precedente è dovuto al suo eccellente rapporto qualità/prezzo; oltre ad essere compatibile con il microprocessore, è dotato di una tensione di riferimento stabilizzata, di "track/hold", e della possibilità di lavorare con segnali unipolari e bipolari.
I due processi più importanti sono la conversione e la sincronizzazione per la richiesta del DMA. Il processo di conversione ha inizio con un fronte discendente sul terminale STD; il processo dura circa 2 o 3 microsecondi, trascorsi i quali il dato digitale risulta "agganciato" internamente in attesa di essere letto.
Al termine di questo processo il terminale INT indica che un dato è disponibile, e successivamente inizia il processo di richiesta di trasferimento al DMA. Il segnale di dato disponibile viene utilizzato anche

per indicare all'oscillatore IC7B che l'uscita "/Q" deve commutare a livello basso; in questo modo la linea DREQ1 risulta attivata e viene effettuata la richiesta dei bus alla CPU. Questo terminale deve restare attivo finché non viene stabilito il collegamento con i bus, situazione che viene indicata attraverso il terminale DACK1 che diventa attivo a livello basso. Questo segnale viene sfruttato per annullare DREQ1, poiché viene attivato il "clear" dell'oscillatore IC7A. Il collegamento dei bus alla CPU viene effettuato nel momento in cui il dato è disponibile sul BUS DATI, per cui risultano attivi DACK1 e IOR.

L'integrato utilizzato come divisore di frequenza è l'8253

L'indirizzo della RAM nel quale deve essere allocato il dato deve essere caricato durante la programmazione del DMA dall'utente stesso. Questo indirizzo deve appartenere ad una zona di memoria precedentemente riservata dal programma, per evitare che i dati introdotti possano essere "falsati" dal programma stesso e per renderli facilmente accessibili in modo da poterli manipolare prima della loro rappresentazione grafica.

Dettaglio dei componenti che formano l'oscillatore

SEGNALE ANALOGICO

É molto importante che il segnale che si deve misurare non venga perso completamente o parzialmente a causa della misura stessa, per cui è opportuno effettuare un buon adattamento tra i sistemi presentando all'ingresso una impedenza elevata. Questo è il motivo per cui l'operazionale IC3A è stato configurato come inseguitore di emettitore; l'impedenza presente all'ingresso è in questo modo quella dell'operazionale stesso che, essendo un FET, vale diverse centinaia di MΩ. Poiché il valore massimo dell'intervallo di misura consentito dal convertitore è di 2,5 V, che rappresenta un valore di tensione relativamente piccolo, è stato inserito IC3B che provoca una

Il segnale di dato disponibile viene utilizzato per attivare l'oscillatore IC7B

Elenco componenti

Resistenze

R1, R2 = 1 kΩ

R3 = 6,2 kΩ

R4 = 33 kΩ

P1 = 47 kΩ, potenziometro

Condensatori

C2 = 470 pF, ceramico

C3 = 68 pF, ceramico

C4 ÷ C12 = 100 nF, ceramico

Semiconduttori

D1, D2 = 1N4148

IC1, IC2 = 74HCT139

IC3 = TL082

IC4 = 8253

IC5 = 74LS14

IC6 = AD7569

IC7 = 74LS74

IC8 = 74LS32

Varie

X1 = quarzo da 1 MHz

J1 = connettore BNC

S1, S2 = commutatori

130 terminali torniti femmina

7 terminali maschi per c.s.

Cavo schermato per BNC

Circuito stampato PC10193V542

attenuazione al 50%; in altre parole, non fa altro che permettere al convertitore di leggere solo la metà del segnale di ingresso, consentendo in questo modo di aumentare il valore massimo dell'intervallo di misura fino a 5 V.
Poiché il convertitore AD7569 è dotato di terminali per la selezione dell'intervallo e della polarità, bisogna sfruttare opportunamente questa caratteristica in modo da ottenere il massimo rendimento del sistema. Se i segnali che si devono misurare hanno valori piuttosto elevati è opportuno impostare sempre l'intervallo di 5 V massimi e la doppia polarità, in modo da sfruttare il massimo intervallo possibile per il segnale di ingresso corrispondente a 10 V (± 5 V). In funzione del segnale che si deve misurare è necessario verificare che i commutatori S1 e S2, collegati a CN3, siano selezionati correttamente, poiché la rappresentazione grafica dipende direttamente dalla loro corretta impostazione.
Le possibili combinazioni e il loro significato sono riportati nella tabella corrispondente.
I diodi D1 e D2 servono per proteggere gli

Commutatore	Posizione	Polarità	Intervallo
S1	A	bipolare	-
S1	B	unipolare	-
S2	C	-	2,5 V
S2	D	-	5 V

ingressi da possibili sovraccarichi di tensione, in modo da evitare possibili e indesiderabili guasti del calcolatore.

REGOLAZIONE E PRECAUZIONI

L'unica regolazione che si deve eseguire viene effettuata con il potenziometro P1. La procedura è la seguente: bisogna impostare S1=A e S2=D, applicare una Vi=2V, inserire un voltmetro sull'uscita di IC3B e agire su P1 finché sul voltmetro compare esattamente il valore di 1 V.
Il convertitore è un componente molto delicato, e il semplice tocco dei suoi terminali potrebbe provocare un suo danneggiamento irreversibile a causa della carica statica sempre presente sul corpo umano. Conviene perciò inserirlo nel relativo zoccolo solo dopo aver montato tutti gli altri componenti.

Circuito integrato convertitore analogico/digitale